

新潟県のなだれの発生頻度に関する研究

五十嵐 高 志*

国立防災科学技術センター雪害実験研究所

The Frequency of Avalanche Release in Niigata Prefecture

by

Takashi Ikarashi

*Institute of Snow and Ice Studies, National Research Center for
Disaster Prevention, Suyoshi, Nagaoka, Niigata-ken 940, Japan*

Abstract

A considerable progress has been made in road improvement in Niigata Prefecture, but safety measures for winter are still insufficient.

Avalanches that occur along the roads obstruct the road-traffic and human lives are occasionally lost. It is important, then, to know well the circumstances of avalanches and to know the relation of avalanches to meteorological factors.

In this study, the sites, the time and date, the class and the volume of debris of avalanches were investigated at different districts (Nagaoka, Ojiya, Muikamachi, Tokamachi, Kashiwazaki, Yasuzuka, Joetsu, Itoigawa and Tsugawa) in Niigata Prefecture. It was recognized that the frequency of avalanche releases is related to the average temperature in each district, and also to the temperature at 500 mb in the sky above Wajima City, Noto Peninsula.

1. ま え が き

わが国の面積の52%に相当する地域は、積雪寒冷地域であり、とくに北陸地方および東北地方は世界でも有数の豪雪地帯と言われている。かつて、これらの地域の村落は、冬季には外部と連絡する道路が雪で埋まり、陸の孤島になった。今日、これらの村落も広域経済圏に含まれるようになり、冬季においても道路交通を維持することが必要になった。このため道路の整備も進み、除雪も行われ、道路の機能は冬季でも働くようになったが、山間を通る道路が多いために、なだれに対する対応は必ずしも十分でないのが現状である。これらの除雪した道路になだれがしばしば発生し、パトロール班がその箇所を発見し、除雪車がなだれのデブリを取除くために出動するのが通例である。事前になだれ発生箇所を予知したり、ある

* 第1研究室

いはなだれから道路を完全を守るような方策は現状では十分には行われていない。

この研究の目的は、除雪を行っている道路沿いに発生するなだれの状況を知り、日時別の頻度分布から何らかの手がかりをえようとするものである。

2. 調査方法

2.1 方 式

あらかじめ調査項目を印刷した用紙を冬季に入る以前に、県内の各土木事務所に送付し、2月末日までのデータを中間報告として回収し、4月末日までに全データを回収した。

また、建設省上越国道工事事務所からも資料を収集した。

2.2 項 目

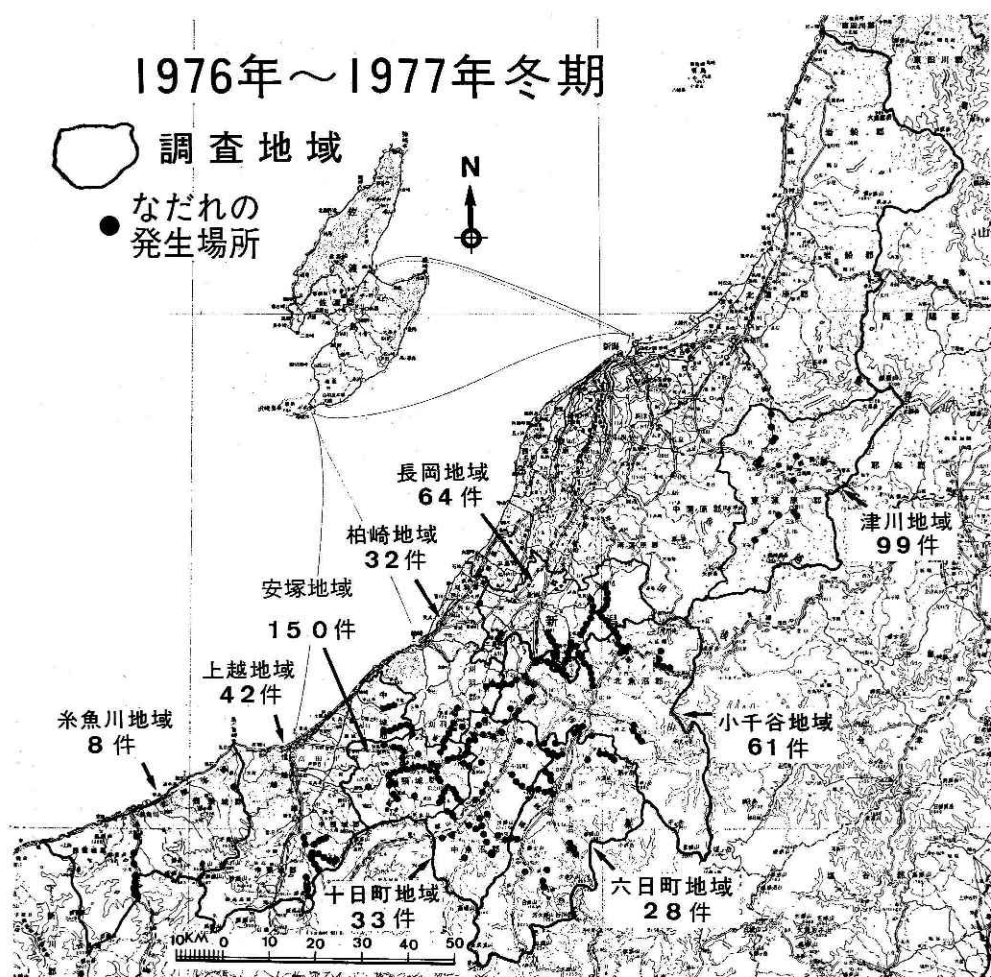


図1 調査地域およびなだれ発生場所の分布 (1976—1977年冬期)

1976～1977年については発生場所および年月日の2項目である。1977～1978年については、さらに発生時刻、規模（長さ、幅、体積）、種類（全層、表層の区別）、障害の程度などの項目を追加した。ここで調査に該当するなだれは、交通障害をひきおこす程度のもので、あまり小規模のものは含まれていない。

2.3 期間および範囲

期間は1976～1977年および1977～1978年の2冬期で、12月1日から4月20日までである。調査用紙を送付した箇所は1976～1977年では、長岡、小千谷、六日町、十日町、柏崎、安塚、上越、糸魚川および津川の各土木事務所である。

1977～1978年では新たに村上、新発田、三条、新津、与板、佐渡の各土木事務所を追加し

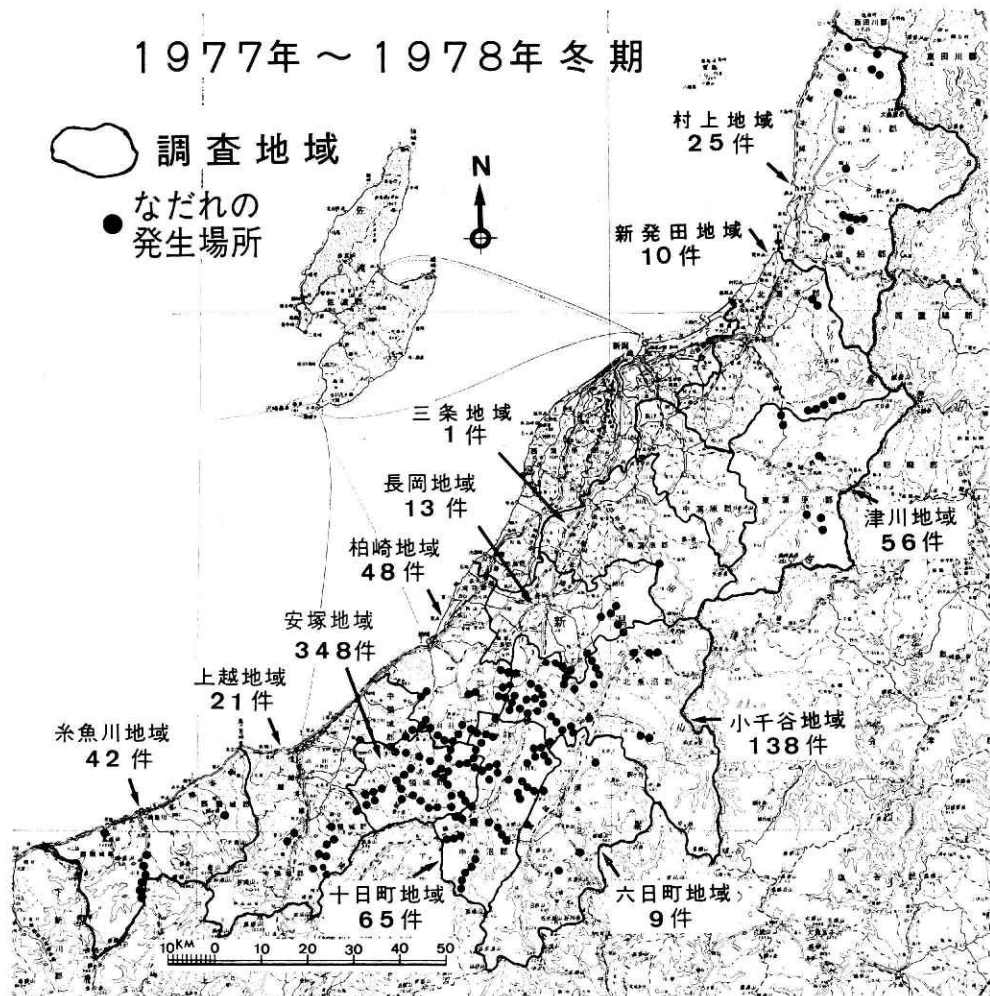


図2 調査地域およびなだれ発生場所の分布（1977—1978年冬期）

たが、この内、新津、与板、佐渡の土木事務所管内ではなだれの発生はなかった。上越国道工事事務所の管理する国道は土木事務所の管理区域を通っているが、データは重複していない。

3. 調査結果

3.1 発生場所の分布

1976～1977年の発生場所の分布を図1に、1977～1978年については図2に示す。黒点で示した位置はなだれの発生場所であるが、発生回数に比例して記入されてはいない。したがって発生箇所の分布であり、黒点が密になる所は発生頻度が大きく、疎になる所は発生頻度も少ないと予想はできるが、定量的な意味をもっていない。これらの図から、安塚土木事務所管内に相当する東頸城郡は、なだれの頻発地域であることがわかる。総発生件数は1976～1977年が542件、1977～1978年が776件であった。

3.2 発生の時期

1976～1977年における発生件数を地域別に月日をもとにプロットすると図3のようになる。1977～1978年については図4のようになる。これらの図から地域によって発生件数は異

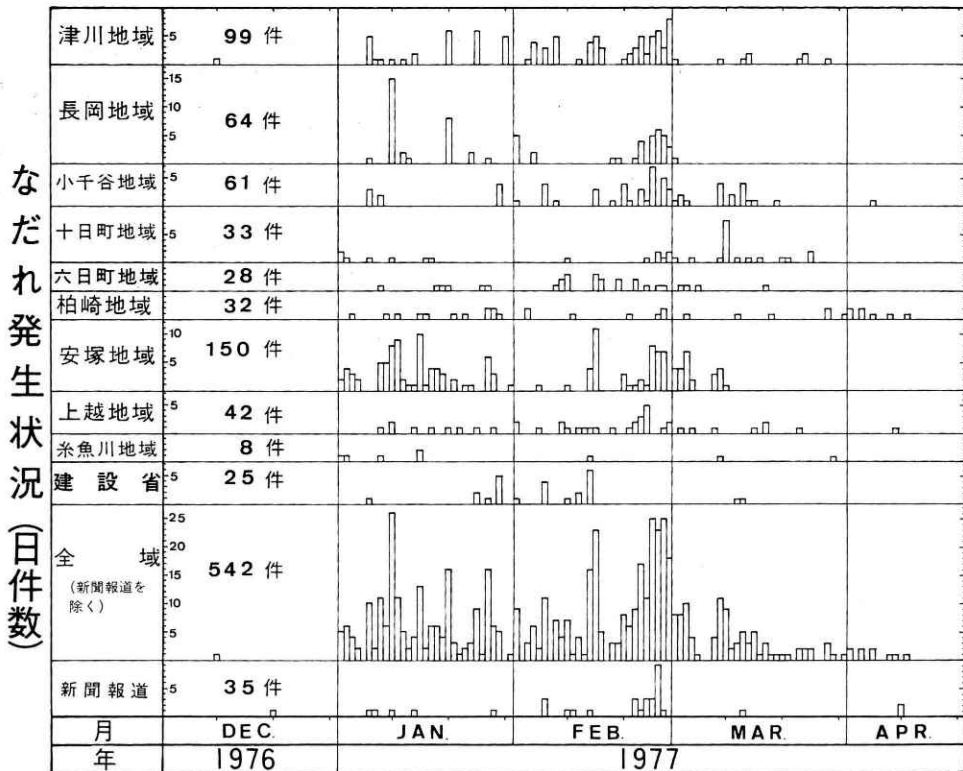


図3 地域別なだれ発生状況 (1976—1977年冬期)

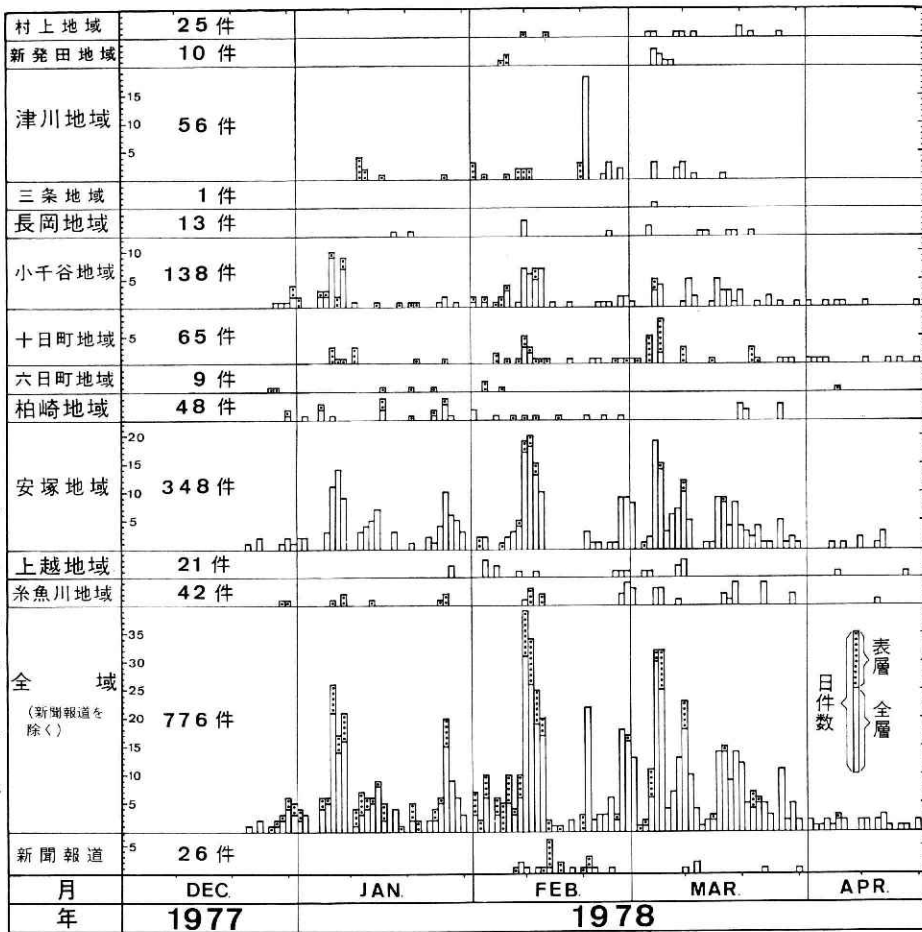
なだれ発生状況
(日件数)

図 4 地域別なだれ発生状況 (1977—1978年冬期)

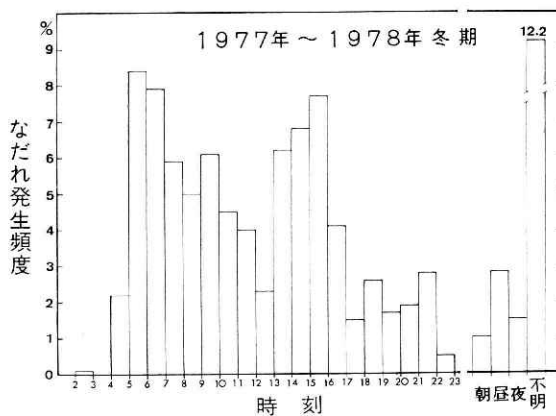


図 5 時刻別なだれ発生頻度 (%)

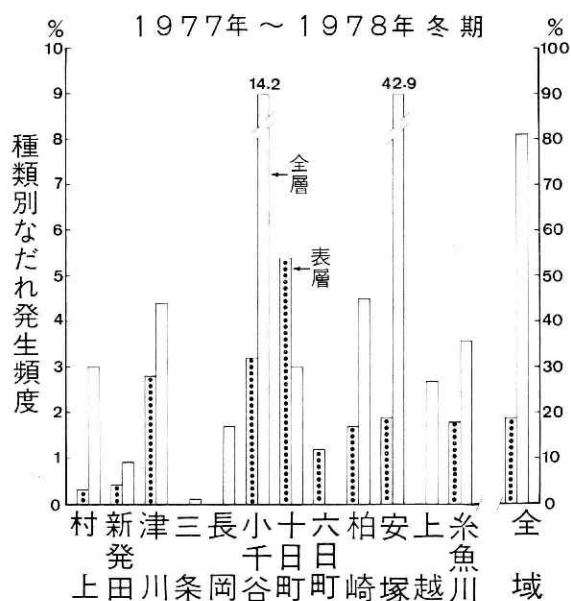


図6 地域別のなだれの種類別発生頻度(%)

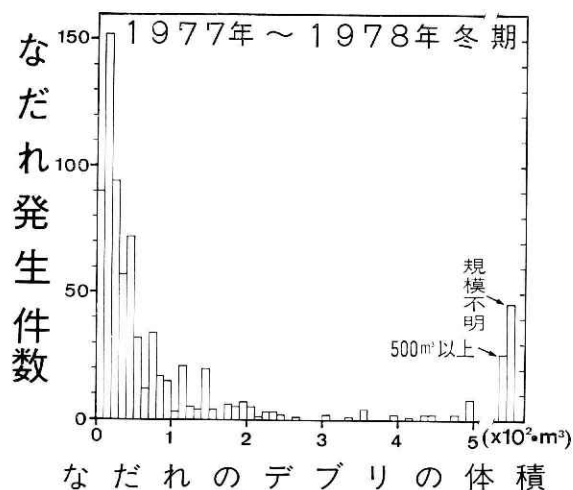


図7 なだれのデブリの規模別発生件数

なっても、月日別の傾向は似ており、図3では1月上旬、2月中旬および下旬に多発し、図4では1月上旬、2月中旬、3月上旬および中旬に多発している。

3.3 発生時刻

新潟県全域のなだれの発生時刻別頻度を図5に示す。5時から7時および13時から16時の間に多発している。これは宮崎健三(1948)の報告とほぼ一致している。

3.4 なだれの種類

種類別の発生頻度を地域別に分けて図6に示す。全層なだれ80.9%、表層なだれ18.7%、識別不明0.4%である。六日町および十日町は多雪地ではあるが、閉鎖されて通行不能になる道路が多く、この調査の対象となる除雪の行われている道路は少ない。また除雪されている道路は、なだれ防止施設が整備されており、そうでない所でも人為的なだれを起し斜面の積雪を取除くなど、安全施策がゆきとどいているので、この調査での全層なだれの発生件数は少なくなっている。しかし表層なだれの防止策はなかなか困難なため、この地域では全層なだれ発生件数より表層なだれ発生件数が多くなっている。

安塚、小千谷、津川地域は山岳地帯になり、地形も急しゅんな所が多いため発生件数は多い。新発田、三條、長岡、上越の地域は平野部が多く、村上、柏崎、糸魚川の地域は沿岸部が多い。これらの地域は降雪量も少ないため、なだれの発生件数も少なくなっている。

3.5 なだれの規模

規模別の発生件数を表1に示す。新潟県全域の規模別発生頻度を図7に示す。表1からわ

表 1 地域別なだれのデブリの規模別発生件数

地域名 なだれの規模 (m ³)	村 上	新 発 田	津 川	三 条	長 岡	小 千 谷	十 日 町	六 日 町	柏 崎	安 塚	上 越	糸 魚 川	全 域
10m ³ 以下			12			30	7	1	3	32	4	1	90
10—20	3		6			33	27	2	5	65	5	6	152
20—30	2		2	1	2	14	6	1	12	41	7	6	94
30—40	2		1		1	10	5		2	33	2	1	57
40—50	3		1		3	11	5		5	38	2	4	72
50—60						4	4		1	21		2	32
60—70						2			1	7		2	12
70—80	1					4	2	2	1	21		3	34
80—90						2	1		1	10		3	17
90—100	1					3				9	1	1	15
100—110										2		1	3
110—120		1				3	1	1		14		1	21
120—130									1	3		1	5
130—140						2				1		1	4
140—150		1			1	5	3		1	9			20
150—160							1			3			4
160—170													
170—180						3				2		1	6
180—190										4		1	5
190—200					2	2			1	2			7
200—210										4		1	5
210—220						1							1
220—230		1								2			3
230—240										2		1	3
240—250										2			2
250—260													
260—270										1			1
270—280													
280—290													
290—300	1	3			1	2	1		3	4			15
300—310						1						1	2
310—320													
320—330													
330—340						1							1
340—350													
350—360		2								2			4
360—370													
370—380													
380—390													
390—400									1	1			2

地域名 なだれの規模 (m³)	村 上	新 発 田	津 川	三 条	長 岡	小 千 谷	十 日 町	六 日 町	柏 崎	安 塚	上 越	糸 魚 川	全 域
400—410													
410—420												1	1
420—430													
430—440										2			2
440—450									2				2
450—460													
460—470													
470—480										1		1	2
480—490													
490—500						2	2	1		1		2	8
500—550										1			1
550—600		1						1		3			5
600—650													
650—700		1			1	1				2			5
700—750													
750—800										1			1
1000m³以上					2	2			8	2			14
規模不明	12		34										46
合 計	25	10	56	1	13	138	65	9	48	348	21	42	776

かるように同じ山岳地帯でも安塚地域は小千谷地域に比して大規模ななだれが発生していることがわかる。図7からは全体としては10～50 m³という小規模のものが多く、100 m³をこれるものは少ないことがわかる。10～50 m³が465件、50～100 m³が110件、100～500 m³が129件、500～1000 m³が12件、1000 m³以上が14件となっている。

4. 考 察

4.1 なだれの地域分布

図1, 図2, 図3および図4からわかるように, 新潟県のなだれ発生地域は南西部に集中しており, 沿岸部および北東部はなだれの発生は少ない。南西部は積雪地帯でもあり山岳地帯でもある。北東部は積雪が少なく平野部である。安塚および小千谷地域がとくに発生件数が多いが, いずれも山地で豪雪地帯であり, 奥深く集落が散在するという特殊事情によっている。

図3および図4から1976～1977年と1977～1978年のなだれ発生頻度の地域分布を検討すると前年は県の北東部の津川地域に多く発生し, 西南部の小千谷, 安塚などは比較的少ない。翌年はこの傾向が逆転し, 小千谷, 安塚などの発生件数が大幅に増えている。前年の津川の最深積雪は287 cmで翌年は195 cmとなり, 積雪の多いために発生件数が多かったと考えられる。小千谷, 安塚では兩年共, 積雪量に大差はなかったが, 翌年の1977～1978年は, 融雪

がおくれたため3月に入ってからのはなだれの発生件数が多かったので、全体として前年より件数が多くなった。このように各年の気象条件により、地域分布にも多少の変動がみられるようである。

4.2 発生時刻と頻度

図5からわかるように、午前と午後にピークが存在する。宮崎健三(1948)によると14時近傍のピークは、日中の気温上昇が原因ではないかと推察している。午前中のピークは、夜間の除雪やパトロールは行われないので、夜間のなだれの積算件数があらわれるという説もある。図5からみると、この積算件数は5時から6時の間に含まれるべきで、この点を考慮しても7時から8時近傍に中央値をもち、時間的には広くひろがった分布が午前中には少くとも一つはあると推論できる。この理由は気象条件、除雪車の振動、除雪によるのり先の除去など様々な原因が考えられているが、明確な結論を出すに至っていない。

4.3 種類と頻度

新潟県における全層なだれと表層なだれの発生件数の比率は、高橋喜平(1950)によると全層なだれ55.7%、表層なだれ43.3%になっている。図6からわかるが、道路沿いに発生する種類別の比率は、全層なだれが非常に大きい値を示している。

地域別の種類をみると、安塚地域では全層なだれの占める割合が圧倒的に大きく、次いで小千谷地域が大きい。その他は表層なだれの占める割合も比較的大きくなっている。これは地形、気象条件、湿雪と乾雪の相違など種々の原因が重複しているものと思われる。

4.4 規模と頻度

図7でわかるように10~50m³のものが一番多く、大きくなるにつれ頻度は減少している。この傾向は自然界の一般法則に合致するもので、むしろ収集したデータの信頼度の高いこと

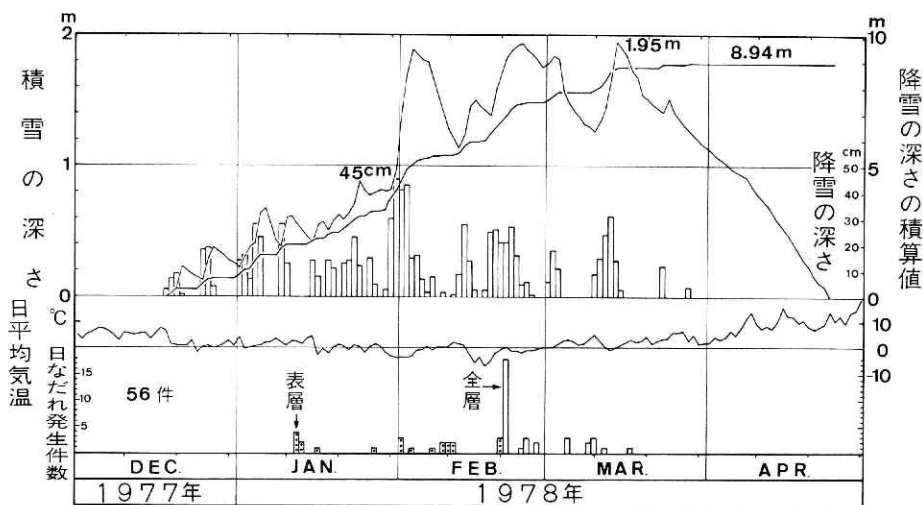


図8 なだれの発生状況と降積雪の推移および日平均気温（津川地域）

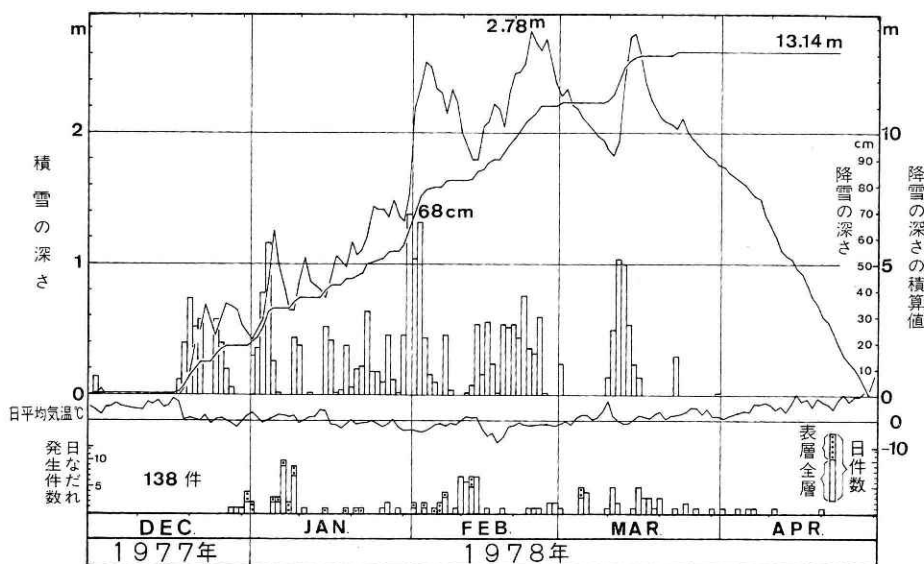


図9 なだれの発生状況と降積雪の推移および日平均気温（小千谷地域）

を示している。カーブの勾配は地域によって変化するものと思われる。

4.5 日平均気温と頻度

一般に平均気温が低下すると降雪があり、降雪が止むと平均気温が上昇する。降雪が止んで平均気温が上昇した時に発生するなだれと、降雪中ではあるが降雪量が多い時に発生するなだれの二つのケースが考えられる。前者は気温上昇による融雪水や雪層の材料強度の変化によるもので、後者は自重の増大と強度の関係が微妙に働いているためである。

津川地域では1月中旬までと3月中のなだれ発生は、平均気温の上昇によっておこっている。1月下旬から2月中のなだれは、降雪量の大きい時に発生している。なだれの種類は冬の初めから2月中旬までは、表層なだれが多く、2月下旬以後は全層なだれが多くなっている。これらの関係を図8から認めることができる。

小千谷地域は津川地域とは似た傾向を示すが、図9よりわかるように、津川地域より降雪の深さの積算値は4mも大きいので、発生件数は138件となっている。なだれの種類も2月中旬までは、表層なだれと全層なだれの両種が発生している。

六日町および十日町地域については、図10および図11に平均気温との関係を示しているが、発生件数自体は少ない。人為的に斜面の雪処理を行うためである。六日町地域は降雪中の表層なだれの発生が多い。十日町地域は3月中旬までは、表層なだれが多く、3月下旬からは全層なだれも発生している。十日町地域の表層なだれは降雪中だけでなく、降雪が止んで平均気温が上昇した時にも発生している。

安塚地域の発生頻度と平均気温の関係を図12に示す。なだれの発生件数は348件と大きく降

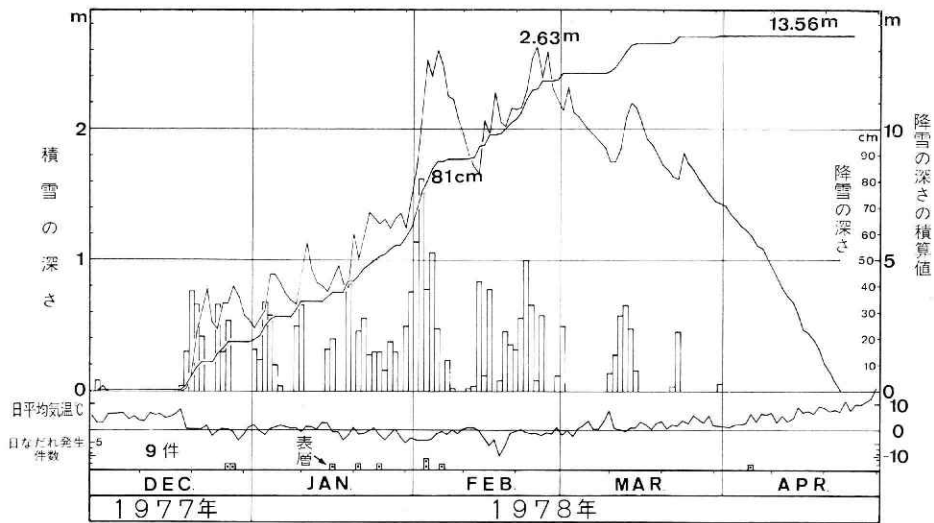


図 10 なだれの発生状況と降積雪の推移および日平均気温（六日町地域）

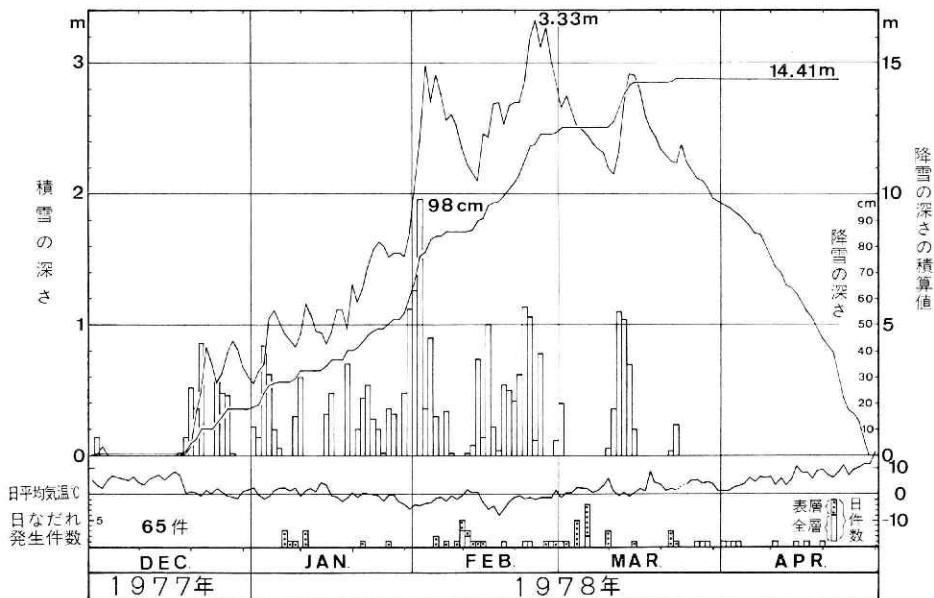


図 11 なだれの発生状況と降積雪の推移および日平均気温（十日町地域）

雪の深さの積算値は 15.28 m にも達する。なだれの種類は12月から1月末までおよび3月下旬以後は全層なだれで、2月から3月中旬までは表層なだれと全層なだれの両種が発生している。この地域のなだれの多発箇所は44地点あるが、同一地点で繰返し全層なだれが発生している。これは同一斜面で繰返し発生するわけではないであろうが、地形的にかなり危険

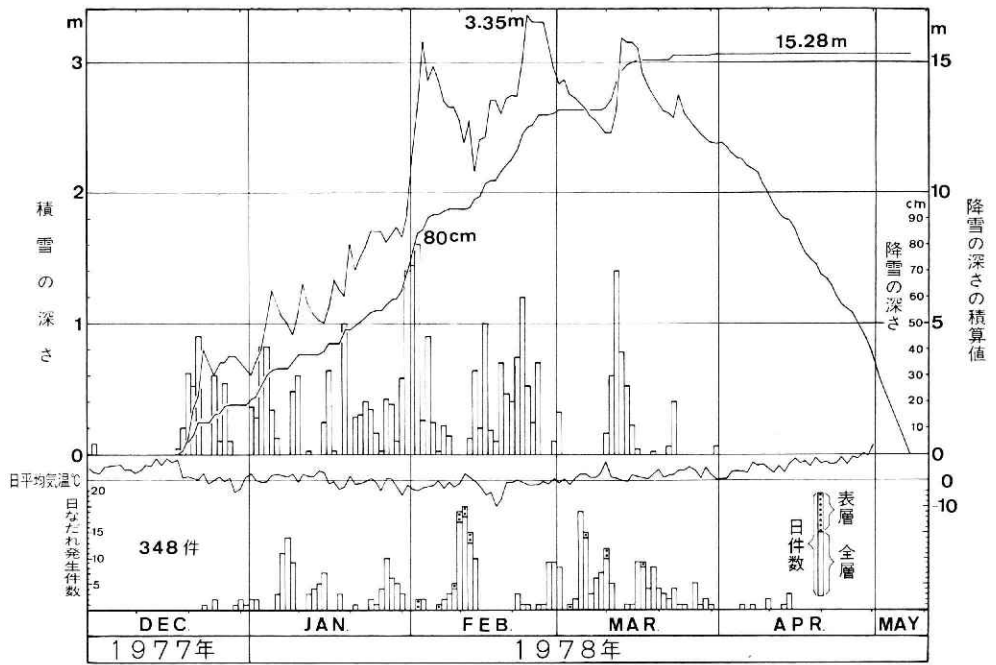


図 12 なだれの発生状況と降積雪の推移および日平均気温 (安塚地域)

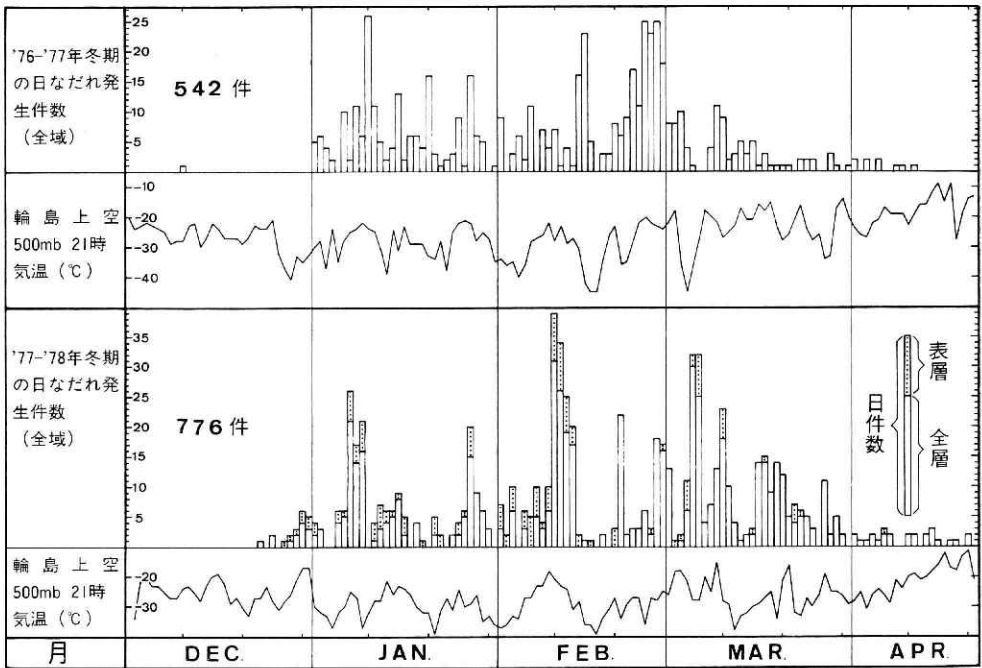


図 13 輪島上空 500 mb 21時気温および調査地域内のなだれ発生状況

な箇所であることを意味しているのではなからうか。

4.6 輪島上空 500 mb の気温と頻度

輪島上空 500 mb の気温は、寒波の程度と降雪の可能性を示す一つの日安となっている。西高東低の気圧配置があり、500 mb の気温が下ると降雪が多くなるという（木村忠志，1977；渡辺興亜，1978）。新潟県全域のなだれ発生頻度と輪島上空 500 mb、21時の気温の関係を図13に示す。1976～1977年および 1977～1978 年の 2 冬期について併記した。輪島上空 500 mb の気温が下ると、なだれの発生件数は減少し、気温が上昇すると発生件数が増大する傾向を示している。このなだれ発生件数は全層および表層を区別してなく、道路沿いに発生するなだれは、全層なだれの占める比率が大きいため、比較的よく符合したのではなからうか。

5. 結 語

この研究ではなだれの頻度に着目して、他の様々の要因との関連を明らかにした。ここで明らかになったことは、1) 発生頻度の地域分布は、気象条件により年ごとに変動すること、2) 発生時刻別の頻度は従来のデータとほぼ一致すること、3) なだれの種類は人為的な雪処理により大幅に比率を変えること、4) 道路沿いに発生するなだれは、全層なだれの占める割合が大きいこと、5) なだれの規模は $10\sim 50\text{ m}^3$ のものが圧倒的に多く、大規模になるにつれ、頻度は急激に減少すること、6) 日平均気温の上昇と発生頻度には関連のあること、7) 日平均気温が低くても、降雪量が多ければ発生頻度は大きくなること、8) 輪島上空 500 mb の気温と新潟県全域のなだれ発生頻度の間には、明確な関連があることなどである。

ここで取扱ったなだれは、道路沿いに発生し、交通に支障を生じたものであって、それ以外のものは含まれていない。したがって自然界のなだれ発生状況とは、かならずしも一致しない。防止工法が完備して、トンネルやスノーシェッドなどの備わった道路は、いかに周辺でなだれが発生していても、この調査のデータとして登場してこない。また除雪が不可能で冬期間閉鎖される多くの道路は、多くはなだれの頻発地帯を通っているにもかかわらず、この調査データには登場してこない。この中間に位置しているような道路についての研究であった。しかし現実には災害を与えるなだれは、ここで取扱ったようなケースのなだれであり、その意味では防災に着目した今日的な研究ということができよう。これらの道路は年と共に近代化し、それにつれ道路沿いに発生するなだれの件数も減少してくるであろうし、それは雪害防災の完成を意味するものであろう。

謝 辞

研究に使用したなだれの資料は、新潟県内各地の県土木事務所ならびに建設省上越国道工事事務所から収集した。また、新潟県立松代高等学校高橋徳氏には未発表の気象観測資料を

御提供いただいた、貴重な資料の使用を許可された関係各位に深くお礼申し上げます。

また、雪害実験研究所第1研究室広部良輔室長、山田稷主任研究官ならびに第2研究室木村忠志室長に、本報告の内容に関する討論と校閲を受けた。以上を記して謝意を表明する。

参 考 文 献

- 1) 広部良輔・山田稷・五十嵐高志 (1978) : 積雪に伴う災害の調査研究. (1977—1978年冬期). 国立防災科学技術センター研究速報, 第32号.
- 2) 五十嵐高志 (1977) : 昭和51～52年冬期の新潟県地方のなだれ発生状況. 昭和52年度日本雪氷学会秋季大会予稿集, 117番.
- 3) 五十嵐高志 (1978) : 新潟県内の道路沿線のなだれ発生状況. 昭和53年度日本雪氷学会秋季大会予稿集, 146番.
- 4) 木村忠志 (1977) : 北陸地方の降雪. 建設の機械化, No.324, 3-9.
- 5) 国立防災科学技術センター編 (1977) : 日本の災害なだれ—山形県 (1929～1975), 新潟県 (1945～1974) ならびに全国資料 (1927～1976)—. 防災科学技術研究資料, 第27号.
- 6) 宮崎健三 (1948) : 雪崩の起きる時と場所について(1). 雪氷, 第10巻, 第4号, 2-7.
- 7) 高橋喜平 (1940) : 湯田村に於ける積雪の遭難に就て. 日本雪氷協会論文集, 第1巻, 186-192.
- 8) 高橋喜平 (1950) : 被害のあった雪崩に関する統計. 雪氷, 第12巻, 第1号, 15-20.
- 9) 渡辺興亜・五十嵐高志・山田稷 (1978) : 1976-1977年冬期の新潟県を中心とする地方の広域積雪現象について. 国立防災科学技術センター研究速報, 第29号.

(1978年12月17日原稿受理)